

Possibilidades de uso da engenharia didática na educação matemática e no ensino regular

Possibilities of using didactic engineering in mathematics education and regular education

RENAN GUSTAVO ARAUJO DE LIMA¹

TATIANI GARCIA NEVES²

Resumo

Neste artigo temos como objetivo discutir sobre modos de utilização da Engenharia Didática no campo educacional, seja como uma metodologia de pesquisa para o desenvolvimento de investigações na área da Educação Matemática, nos seus modos de uso no ensino regular ou como ferramenta para elaborar materiais e sequências de ensino ou para a formação de professores. Em um primeiro momento, discorreremos acerca de estudos do campo da Didática da Matemática, a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria das Situações Didáticas com seu foco no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Nesse contexto, apresentamos a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa que contribui para a elaboração, desenvolvimento e análise de sequências didáticas e explanamos sobre duas pesquisas desenvolvidas no Grupo de Estudos em Didática da Matemática (DDMat). No segundo momento, expomos outras possibilidades de estudos com a Engenharia Didática, na perspectiva de formação de professores e na produção de materiais didáticos para o ensino regular, a citar, as transformações de sequências didáticas desenvolvidas na vertente da metodologia da Engenharia Didática.

Palavras-chave: Engenharia Didática. Sequências Didáticas. Formação de Professores.

Resumen

En este artículo pretendemos debatir las formas de utilizar la ingeniería didáctica en el ámbito educativo, ya sea como metodología de investigación para el desarrollo de investigaciones en el campo de la educación matemática, en sus modalidades de uso en la educación regular o Como herramienta para el desarrollo de materiales y secuencias didácticas o para la formación de docentes. En un primer momento, hablamos de estudios en el campo de la Didáctica de las Matemáticas, la Teoría de los Campos Conceptuales y la Teoría de las Situaciones Didácticas con su enfoque en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En este contexto, presentamos la Ingeniería Didáctica como una metodología de investigación que contribuye a la elaboración, desarrollo y análisis de secuencias didácticas y explicamos dos investigaciones desarrolladas en el

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil, renan.lima@ifms.edu.br

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil, tatianigarcianeves@gmail.com

grupo de Estudio en Didáctica de las Matemáticas (DDMat). En el segundo momento, exponemos otras posibilidades de estudios con ingeniería didáctica, en la perspectiva de la formación docente y en la producción de materiales didácticos para la enseñanza regular, para citar, las transformaciones de secuencias didácticas desarrolladas en el aspecto de la metodología de la ingeniería didáctica.

Palabras-clave: *Ingeniería Didáctica. Secuencias Didácticas. Formación de Profesores.*

Résumé

Dans cet article, nous voulons discuter sur les modes d'utilisation de l'Ingénierie didactique dans le domaine de l'éducation, soit comme une méthodologie de recherche pour le développement des enquêtes dans le domaine de la Didactique des Mathématiques, dans ses modes d'utilisation dans l'enseignement ordinaire ou comme un outil pour développer des matériaux et des séquences d'enseignement ou pour la formation des enseignants. Dans un premier temps, nous parlons des études dans le domaine de la Didactique des Mathématiques, la Théorie des Champs Conceptuels et la Théorie des Situations Didactiques avec votre mise au point sur le processus d'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Dans ce contexte, nous présentons l'ingénierie didactique comme méthodologie de recherche qui contribue à la préparation, le développement et l'analyse des séquences didactiques et nous parlons sur deux recherches développées dans l'étude du groupe en Didactique des Mathématiques (DDMat). Au deuxième moment, nous exposons les autres possibilités d'études avec l'Ingénierie Didactique, dans le cadre de la formation des enseignants et la production de matériaux didactiques pour l'enseignement ordinaire, par exemple, les transformations des séquences didactiques élaborés sur le plan de la méthodologie de l'Ingénierie Didactique.

Mots-clés: *Ingénierie Didactique. Séquences Didactiques. Formation des Enseignants.*

Abstract

In this article we aim to discuss ways of using didactic engineering in the educational field, either as a research methodology for the development of investigations in the field of mathematics education, in their ways of use in teaching or as a tool to develop teaching materials and sequences or for teacher training. At first, we talk about studies in the field of mathematics didactics, the Theory of Conceptual Fields and the Theory of Didactic Situations with their focus on the teaching and learning process of mathematics. In this context, we present the didactic engineering as a research methodology that contributes to the elaboration, development and analysis of didactic sequences and we explain about two research developed in the Study Group in Mathematics Didactics (DDMat). In the second moment, we expose other possibilities for studies with didactic engineering, in the perspective of teacher training and in the production of didactic materials for regular teaching, to cite, the transformations of didactic sequences developed in the aspect of the methodology of didactic engineering.

Key-words: *Didactic Engineering. Didactic Sequences. Teacher Training.*

Introdução

O presente artigo tem por objetivo discutir sobre modos de utilização da Engenharia Didática no campo educacional, seja como uma metodologia de pesquisa para o desenvolvimento de investigações na área da Educação Matemática, nos seus modos de uso no ensino regular ou como ferramenta para elaborar materiais e sequências de ensino ou para a formação de professores.

A Matemática é uma ciência presente em diversos ramos da sociedade, contribuindo para o desenvolvimento de outras áreas, como a Física, Química, Engenharia, Astronomia, entre outras. Essa ciência como uma disciplina está além de seu uso como instrumentos de cálculos, sendo que devemos considerar o papel social da Matemática, como uma ciência que advém de um processo histórico e cultural da humanidade tendo um papel fundamental no desenvolvimento do aluno. Além disso, “A Matemática comporta um amplo campo de relações, regularidades e coerências que despertam a curiosidade e instigam a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico.”(BRASIL, 1997,p. 24).

Tendo em vista a importância da Matemática no desenvolvimento e formação do aluno, o seu ensino requer uma atenção especial, estando imersa em diferentes programas educacionais, como a criação do Movimento da Matemática Moderna, na qual dava uma ênfase nas estruturas e na linguagem, como a Teoria de Conjuntos. Entretanto, a aprendizagem matemática se dá ao ser mobilizada em diferentes situações na qual o conceito está presente (VERGNAUD, 1996; BRASIL 1997). Nesse contexto se dá o desenvolvimento do campo da Didática da Matemática, na década de 80, na França.

O campo da Didática da Matemática tem como característica a importância “para expressar uma abordagem científica específica aos processos relacionados ao ensino e aprendizagem da matemática: um estudo dos aspectos desses processos específicos da matemática.” (LABORTE, 2007, p. 137, tradução nossa). A Didática da Matemática, está focado em investigações no ensino e aprendizagem do conhecimento matemático e, diferentemente de outras linhas de investigação, percebe-se a presença do conteúdo matemático no desenvolvimento de diferentes teorias, como a Teoria dos Campos Conceituais, proposta por Vergnaud (1996; 2009) e a Teoria das Situações Didáticas, proposta por Brousseau (1996; 2008).

A Teoria dos Campos Conceituais – TCC (VERGNAUD, 1996) considera que a aprendizagem de um sujeito se dá por meio das diferentes situações vivenciadas por ele. No caso do conhecimento matemático, que está intrínseco no desenvolvimento da teoria, a apreensão de um conceito não se dá apenas por meio de uma definição. Um conceito matemático está presente em uma variedade de situações, na qual lhe dão sentido, um conjunto de invariantes, os conhecimentos e propriedades do conceito, além de diferentes representações linguísticas e não linguísticas que são mobilizadas. Dessa maneira, é apresentada a ideia de Campo Conceitual, sendo que para o aluno tenha condições de aprender um determinado conceito deve vivenciar diferentes situações presentes no campo conceitual, não se limitando a apenas uma.

Já a Teoria das Situações Didáticas (TSD), proposta por Brousseau (1996; 2008) destaca nos momentos de aprendizagem matemática a importância das interações do aluno, o objeto matemática e o professor em um determinado meio didático, este elaborado pelo docente com o objetivo da aprendizagem. Nesse contexto, tanto na perspectiva da TCC, quanto da TSD, que são consonantes, é importante levar em consideração o objeto matemático e a preparação para as situações de ensino. Dessa maneira, foi desenvolvida no campo da Didática da Matemática a Engenharia Didática, uma metodologia de pesquisa que possibilita uma organização sistemática para o desenvolvimento das ações no ambiente escolar

Engenharia Didática: uma metodologia para a pesquisa

A Engenharia Didática (ED) é uma metodologia de pesquisa que fornece um quadro teórico para a elaboração, desenvolvimento e análise de sequências de ensino (ARTIGUE, 1996). Nesse contexto,

A Engenharia Didática é sobre a criação de modelos consistentes e relevante e realizar dispositivos de ensino de um conhecimento, destinado a descrever ou prever, e a explicar os eventos observáveis de um determinado episódio de ensino (situações ou currículo) observadas ou previstas:

- Observado, a fim de reunir as informações que possibilitarão a explicar a posteriori o seu progresso e os seus resultados, e permitir a sua reprodução
- Considerado para determinar as condições reprodutíveis (realizável e transmissível) do seu curso e seus resultados observáveis. O estudo da consistência e relevância desses modelos refere-se a um exame crítico de todos os conceitos relacionados ao ensino, aprendizagem e a própria constituição do assunto ensinado (BROUSSEAU, 2013, p. 4, tradução nossa)

Dessa maneira, a Engenharia Didática foi desenvolvida no campo da Didática da Matemática com o intuito de contribuir no desenvolvimento de investigações que são realizadas sequências de ensino. Sua estrutura possibilita ao pesquisador uma organização na elaboração e desenvolvimento de sequências didáticas, levando em consideração aspectos do objeto matemático e de outros elementos envolvidos no processo de ensino, como os alunos com os quais serão desenvolvidas as atividades, as condições e restrições que estão presentes na situação, levantamento de possibilidades de eventos que podem ocorrer e como superá-los, caso seja necessário e um meio analítico das atividades desenvolvidas.

Ao desenvolver a metodologia da Engenharia Didática foram organizados 4 momentos para a realização das sequências de ensino: sendo elas: a análise preliminar; o desenvolvimento da sequência didática e a análise *a priori*; a experimentação e a análise *a posteriori*. É importante destacar de antemão que apesar de estar organizada em 4 etapas, a Engenharia Didática não tem como obrigatoriedade a rigidez em sua estrutura, sendo possível o pesquisador retomar alguma etapa anterior caso seja necessário, tendo em vista que a realização da ED “visa permitir o estudo empírico de fenômenos didáticos” (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2016, p. 08).

O conhecimento matemático não é um objeto cristalizado, imutável desde sua criação. A Matemática é uma ciência humana, e como tal, passa por transformações e descobertas no seu desenvolvimento. O pesquisador e/ou professor têm como função levar em consideração essa característica no processo de transposição do saber matemático para situações de ensino em sala de aula, pois “conhecer os obstáculos envolvidos no processo de construção de conceitos é de grande utilidade para que o professor compreenda melhor alguns aspectos da aprendizagem dos alunos.” (BRASIL, 1997, p.26). Nesse sentido, a primeira etapa da Engenharia Didática, a análise preliminar, trata-se da constituição de um quadro teórico pautado na análise epistemológica do conteúdo estudado, do ensino habitual e seus efeitos, das dificuldades e concepções de alunos quando estudam o tema, entre outros aspectos que podem contribuir com o seu objetivo para a construção da sequência didática (ARTIGUE, 1996).

O segundo momento da ED é a elaboração da sequência didática e a análise *a priori* da mesma. Os resultados obtidos na etapa anterior servem como fundamentação para a constituição da sequência de ensino, mobilizando atividades e variáveis didáticas³ que

³ As variáveis didáticas têm como função levar os alunos a utilizarem determinadas estratégias, em detrimento de outras (ARTIGUE, 1996).

contribuirão com o objetivo da investigação. Além disso, são realizadas as análises *a priori*, cujo o objetivo é o levantamento de hipótese das estratégias e resoluções que podem ocorrer no desenvolvimento da sequência didática. Esse momento é de suma importante pois no momento da realização das atividades “o pesquisador estará mais preparado para compreender o que esses alunos estão fazendo e, conseqüentemente, saber que tipo de intervenção deve realizar para favorecer a aprendizagem” (BITTAR, 2017, p. 107).

A experimentação é o momento no qual as atividades elaboradas são desenvolvidas em sala de aula com os alunos. E, por fim, pautada nos dados produzidos na experimentação são realizadas as análises *a posteriori* da sequência didática e a validação. Esse processo é pautado na análise das produções dos alunos (*a posteriori*) e as confronta com as hipóteses realizadas na análise *a priori*, constituindo a validação da Engenharia Didática. Durante esse processo, o objetivo é analisar a evolução do aluno no decorrer do processo vivenciado, além de observar se o meio proposto para o desenvolvimento das atividades possibilitou retroações para a reflexão dos alunos. Como indica Bittar (2017), a análise *a posteriori* deve ser feita ao longo da sequência didática, pois esse movimento pode redefinir os rumos da sequência didática.

Sequências Didáticas em pesquisas com a Engenharia Didática

Nesse tópico apresentaremos duas pesquisas (LIMA, 2015; QUEIROZ, 2014) que desenvolveram sequências didáticas utilizando como aporte metodológico a Engenharia Didática visando a aprendizagem de temas matemáticos. Seleccionamos duas investigações que integram o banco de produções do DDMat - Grupo de Estudos em Didática da Matemática⁴, grupo no qual estamos inseridos e se caracteriza por discutir teorias da Didática da Matemática – conhecida como Didática Francesa – bem como desenvolver atividades de pesquisa e extensão.

A pesquisa de Lima (2015) teve como objetivo investigar aspectos da construção do conceito de combinatória de alunos de licenciatura em Matemática, quando resolvem problemas do tema. Diante do objetivo proposto, foi desenvolvido um curso de extensão intitulado *uma proposta de estudo de problemas de combinatória com acadêmicos de Matemática*, que contou com a participação de 29 alunos da Licenciatura em Matemática

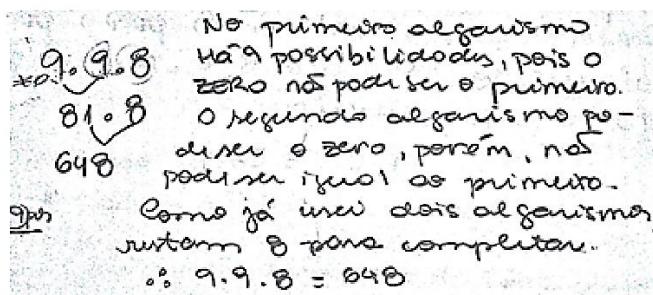
⁴ Acesso: www.grupoddmат.pro.br

com o intuito de promover discussões sobre o conceito e estratégias de resolução de problemas presentes no conteúdo de combinatória.

Para elaboração e escolha desses problemas, tendo em vista que os alunos pudessem vivenciar situações *adidáticas*, baseamo-nos⁵ na classificação apresentada por Pessoa e Borba (2010), quando distinguem os problemas de contagem em quatro tipos, a partir de suas propriedades, sendo eles: produto cartesiano, combinação, arranjo e permutação. A sequência didática foi composta por 13 situações-problema, dispostos em 8 encontros, sendo elencadas como variáveis didáticas a quantidade de elementos do problema e as restrições impostas no mesmo, de modo que contribuíssem para a mudança de estratégia de resolução dos alunos.

Dentre os resultados obtidos na investigação destacamos que ao analisarmos a Engenharia Didática proposta, evidenciamos a diferenciação do teorema em ação T_3 (*Princípio Fundamental da Contagem*) nas diferentes situações combinatórias, pois os alunos recorriam com frequência ao PFC nos problemas de arranjo, produto cartesiano e de permutação, enquanto nos problemas de combinação o PFC foi pouco utilizado, como na figura a seguir:

Figura 1- Protocolo da Aluna do Grupo 2
Quantos são os números de três algarismos distintos? E se for somente números pares, quantos são ao todo?



Fonte: Lima (2015)

Inferimos que isso pode ocorrer pelo fato de os licenciandos perceberem, mesmo que implicitamente, a necessidade de utilizar o PFC mais de uma vez nos problemas de combinação. Observamos que nos problemas de permutação e de arranjo, mesmo com uma pequena quantidade de elementos, todos os alunos apresentaram vestígios desse teorema em ação durante a resolução, ao realizarem a estratégia do Princípio Fundamental da Contagem. Entretanto, nos problemas de combinação, com exceção dos 3 licenciandos do Grupo 6, os alunos mobilizaram outros teoremas em ação, como o $T_{1.1}$ (*dado um*

⁵ Escrevemos em primeira pessoa do plural por se tratar de uma pesquisa do autor do artigo.

problema de contagem, sempre é possível listar todas as possibilidades) e o $T_{1,2}$ (*existe uma maneira sistemática de listar que garante esgotar todos os casos possíveis*). Além disso, quando os mesmos apresentaram vestígios do teorema em ação T_3 nos problemas de combinação, não desconsideraram as repetições dos conjuntos, apresentando vestígios do teorema em ação $T_{4,1}$ (*a ordem dos elementos sempre resulta em novas possibilidades*) fora de seu domínio de validade, como no exemplo da sexta sessão:

Figura 2 - Protocolo da Aluna do Grupo 1

Uma faculdade realiza seu vestibular em dois dias de provas, com quatro disciplinas em cada dia. Uma possibilidade de formação da prova seria: Matemática, Português, Biologia e Inglês, no primeiro dia e Geografia, História, Física e Química, no segundo dia. Quantas possibilidades de provas existem, com quatro disciplinas em cada dia, dentre as oito possíveis?

$$\begin{array}{r}
 \text{1 Primeiro dia} \quad \quad \quad \text{Segundo dia} \\
 \underline{8 \quad 7 \quad 6 \quad 5} \quad \quad \quad \underline{4 \quad 3 \quad 2 \quad 1} \\
 1680 \quad \quad \quad + \quad \quad \quad 24 \\
 \hline
 1704
 \end{array}$$

Fonte: Lima (2015)

Dessa maneira, foi possível analisar com o desenvolvimento das atividades propostas na sequência didática, que os alunos puderam construir alguns aspectos do conhecimento de combinatória, como a utilização de uma listagem sistemática, além da mobilização de conhecimentos relacionados a generalização, como o Princípio Fundamental da Contagem. Entretanto, verificou-se a necessidade da continuidade das discussões para a superação de dificuldades apresentadas pelos alunos, por exemplo: a consideração da ordem dos elementos não alterar o conjunto formado, como mostramos anteriormente.

A pesquisa de Queiroz (2014) teve como objetivo investigar o processo de aprendizagem de função por alunos do 9º ano do ensino fundamental por meio de situações didáticas que articulem a álgebra e a geometria analítica. Para isso, foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática em uma escola municipal na cidade de Campo Grande/MS, composta por 8 sessões, sendo analisadas na pesquisa 5 delas. Como aportes teóricos e metodológicos foram utilizadas a Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 1996), com o foco nas situações *adidáticas*; a Teoria dos Registros de Representações Semióticas (DUVAL, 2003), com os tratamentos e conversões de registros; e a Engenharia Didática (ARTIGUE, 1996).

Com o desenvolvimento das atividades, verificou-se que a dificuldade dos alunos na construção da representação gráfica de funções. Dessa maneira, o pesquisador ao realizar essa análise e identificar “a presença dessa dificuldade nos fez reestruturar a sequência didática incluindo atividades de construção de plano cartesiano, localização de pontos nesse plano e análise de representações gráficas produzidas pelos alunos” (QUEIROZ, 2014, p. 133). Essa reestruturação vai ao encontro do exposto quando salientamos que a metodologia de pesquisa da Engenharia Didática não é engessada, podendo realizar ajustes a partir das análises e da necessidade da pesquisa.

Queiroz (2014) destaca o conhecimento dos alunos na realização de situações-problema que envolvem função, como na mobilização do registro tabular para representar a atividade proposta na língua materna⁶, por exemplo:

Figura 3- Protocolo da produção do aluno

h	v
1h	R\$ 4,00
2h	R\$ 4,00
3h	R\$ 4,00
4h	R\$ 4,50
5h	R\$ 5,00
6h	R\$ 5,50
...	...

valor aumenta a cada hora

Fonte: Queiroz (2014)

Ao analisar o exposto, percebe-se a mobilização de diferentes registros para a representação da situação proposta. Além disso, o pesquisador destaca a contribuição das escolhas teóricas e metodológicas na realização da pesquisa, na qual influenciou a sua postura como pesquisador e como professor, tendo em vista que era o professor regente da turma.

⁶ Enunciado do problema: O estacionamento para carros, TopCar, tem a seguinte tarifa para seu serviço. Até 3 horas no estacionamento o valor é de R\$ 4,00 e para cada hora excedente a esse tempo (3h) é cobrado o valor de R\$0,50.

Engenharia Didática: possibilidades (outras) para as pesquisas e ensino na Educação Básica

Apresentamos a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa que orienta estudos das mais diferenciadas situações correlatas ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Discorremos sobre duas pesquisas (QUEIROZ, 2014; LIMA, 2015), as quais se utilizaram da ED como aporte metodológico: de um lado, uma que contemplou o estudo de combinatória com um grupo específico de alunos de um curso de licenciatura, do outro, uma que lidou com o processo de ensino e aprendizagem de funções, em uma sala de aula da educação básica. Dois universos de um sistema educativo, cada qual com suas peculiaridades, porém ambas preocupadas com problemas que evocam uma discussão: produzir sequências didáticas que possam senão amenizar as problemáticas no processo de ensinar e aprender um conceito matemático, compreender aspectos das práticas dos professores, dentre outros fenômenos que trazem a lembrança a necessidade de mudanças didático-pedagógicas.

Pelos trabalhos de Queiroz (2014) e Lima (2015), se evidencia que após terem definido o objeto matemático para estudo, os pesquisadores traçaram estratégias e elaboraram hipóteses que os levaram a organização, aplicação e análise das sequências didáticas construídas. É válido considerar que a construção dessas engenharias agregou estudos de conceitos, das possíveis dificuldades dos alunos que posteriormente puderam ser confrontadas nas análises mediante as resoluções elaboradas pelos alunos participantes. Por esses estudos e tantos outros desenvolvidos, em específico no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, por integrantes do Grupo de Estudos em Didática da Matemática⁷ (DDMat), observamos que as preocupações de pesquisa são inerentes as relações do aluno com um conceito matemático e o seu desenvolvimento, mas não diretamente sobre a operacionalização do contexto de sala de aula, das práticas dos professores ou do real conhecimento que os alunos apresentam sobre um dado conteúdo.

Nesse contexto, Chevallard (2009) destaca a necessidade de que durante uma investigação no campo da Didática da Matemática a importância de o pesquisador conhecer a realidade escolar em cada situação, como a realidade dos professores, os alunos, condições favoráveis no ambiente escolar e restrições que impeçam as ações.

⁷ Disponível em www.grupoddm.mat.pro.br

Dessa maneira, é demarcada a bipolaridade entre perspectivas metodológicas na pesquisa, na primeira visão a ED como uma ferramenta metodológica para a investigação, com uma organização pré-determinada e estruturada, enquanto na segunda visão a metodologia possui um status de "objeto" a ser estudado e reconstruído a partir de cada realidade, sendo que atualmente se apresenta como possibilidade para as pesquisas o Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP).

Chevallard (2009) ao criticar o fato de os pesquisadores na interação com os indivíduos de um sistema didático não exporem suas restrições, que antecedem a existência de um método experimental, nos conduz a pensar que as engenharias didáticas não previam aspectos que restringiriam a prática executável de uma sequência a partir das ações dos indivíduos envolvidos – professor e aluno.

Com essa crítica, mostra-se que envolver a todos os estudos que temos sobre a expressão da Engenharia Didática cabe um alerta aos pesquisadores em didática, que tendem a ignorar as restrições evidenciadas pelo professor para a aprendizagem de situações e situam os trabalhos a serviço de condições para o desenvolvimento de pesquisas em didática. Com isso, a Engenharia Didática pode se apresentar em polos distintos para investigação e nesse sentido que passamos a discorrer sobre duas perspectivas de pesquisa que contemplam engenharias didáticas e que tem sido alvo de estudos no DDMat: uma relacionada a produção de recursos e sequências de ensino por professores, pesquisadores e participantes envolvidos em uma formação continuada, a partir de engenharias didáticas anteriormente produzidas que possam ser adaptadas para a sala de aula e outra, voltada para a formação de professores, porém com o interesse de aprofundamento de resultados ou mesmo a elaboração de novas engenharias.

Perrin-Glorian (2009), no curso da escola de verão, distinguiu dois níveis para o design de uma Engenharia Didática de desenvolvimento, aquela direcionada ao ensino regular: o primeiro a se tratar pela Engenharia Didática clássica e o segundo caracterizado pelas restrições emergentes do ensino regular que diz respeito ao professor (tempo, planejamento, currículo, transposição didática, recursos, etc.), aos alunos, à escola dentre outros fatores.

São todos esses dois níveis que devem ser considerados na Engenharia Didática para o desenvolvimento de recursos e treinamento, ou, como eu chamei neste curso da escola de verão, uma Engenharia Didática de segunda geração. O problema não é mais o controle e a disseminação de produtos de engenharia da pesquisa, mas determinar as variáveis fundamentais em termos do conhecimento em questão que comandam a engenharia da qual queremos

fazer um recurso para a educação regular e estudar as condições de sua difusão (e não a difusão dos detalhes da engenharia). (Perrin-Glorian, no volume dos cursos) (PERRIN-GLORIAN, 2009, apud GOBERT, 2009, p. 284-285, v. 2, tradução nossa).

É notório nesse processo de se produzir recursos para a educação básica mediado pelos produtos (sequências didáticas) oriundos das ED, que o professor do ensino regular, uma vez envolvido com o pesquisador nessa perspectiva de trabalho com sequências que possam se adaptar à sua realidade de sala de aula, deve estar atento à algumas questões: “O que vamos conceder nas negociações? O que vamos tentar salvar? Por quê? Como exercer controle sobre o que pode acontecer?” (PERRIN-GLORIAN, 2009, p. 68, tradução nossa). Tais questionamentos são absolutamente importantes, pois nos direcionam a pensar nas estratégias que serão adotadas pelos membros envolvidos nessa pesquisa, principalmente o professor da educação básica, uma vez que é esse sujeito que decidirá a partir de suas vivências no espaço escolar, do seu conhecimento matemático e didático, conhecimento sobre as competências e habilidades da turma, em específico dos alunos, qual será a viabilidade de fazer a escolha de uma situação presente em uma sequência em detrimento de outra para aplicação em sua sala de aula.

Distinguem-se os papéis dos professores nesse processo: 1. Em que o professor pode ser integrante da equipe de investigação, compartilhando de seus interesses e responsabilidades com o pesquisador a fim de definir que situações são passíveis de integrar uma sequência didática, na elaboração de uma ED. 2. Aquela que o professor não faz parte da equipe de pesquisa, tem inteiramente o controle das ações a serem exercidas em seu espaço de trabalho, mas corrobora para a pesquisa ao buscar adequações e recursos em situações de sequências didáticas para viabilizá-las no contexto da sala de aula (PERRIN-GLORIAN, 2009).

Diante do exposto, temos duas pesquisas de doutorado em desenvolvimento, pelos integrantes do DDMat e autores desse artigo. Enquanto uma objetiva considerar as necessidades as necessidades dos professores, em um ambiente à distância, para a seleção de sequências didáticas provenientes de ED, a outra tem como objetivo estudar conceitos matemáticos e desenvolver engenharias didáticas com professores, em um processo de formação continuada, de modo a serem aplicadas pelos mesmos em sala de aula.

Por conseguinte, com essas pesquisas em desenvolvimento vislumbramos um movimento ainda incipiente de investigação com a ED, de se atrever a novas abordagens para fornecer indicativos aos professores da educação básica das possibilidades de trabalho para a sala

de aula orientados ora pelo estudo de situações matemáticas e elaboração de sequências didáticas, ora pela seleção de situações em sequências didáticas, para adaptação e produção de recursos, considerados nesse contexto tudo que é acrescido ao trabalho do professor de modo a enriquecer a construção de sua matéria de ensino como *softwares* para ensinar matemática, livros didáticos, documentos oficiais.

Considerações

Em recorrência aos estudos envolto a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, que desde o seu surgimento na década de 1980 determinou propostas de sequências didáticas articuladas a Teoria das Situações Didáticas, a Teoria dos Campos Conceituais, dentre outras que visam o processo de ensino e aprendizagem da Matemática é que construímos esse artigo.

Optamos inicialmente por apresentar a Didática da Matemática como a compreendemos: uma ciência que reúne tanto a organização de situações matemáticas quanto de situações didáticas relacionados aos fenômenos de ensinar e de aprender matemática (PERRINGLIORIAN; BELLEMAIN, 2016). Consoante a isso, discorreremos sobre alguns quadros teóricos que têm fundamentado as pesquisas em Didática da Matemática em nosso grupo de estudo (DDMat).

Apresentamos a interface de duas dissertações que se utilizaram da ED como metodologia de pesquisa, de modo a evidenciar as fases de sua abordagem atreladas aos estudos das situações que compuseram as sequências didáticas. Explicitamos assim alguns pontos de análises desses trabalhos, onde notamos que a ênfase da ED como metodologia de pesquisa residiu nos estudos e considerações que foram feitas pelos pesquisadores na medida em que foram implementadas com vistas a atender as ações didáticas de professores.

Sobre as ED voltadas a formação de professores, temos a premissa de que não seja possível ao pesquisador que opte pelo estudo e análises de sequências didáticas para adaptação à educação básica, se desprender das questões correlatas e evidentes nas pesquisas que as utilizam como aporte metodológico. Isso pois, são as fases que determinam a construção das sequências que irão direcionar o trabalho do pesquisador de modo a elucidar variáveis presentes nas práticas usuais que poderão restringir ou não o trabalho de adaptação de situações pelo professor do ensino regular.

Ressaltamos que neste artigo, ainda que sucintamente, apresentamos algumas perspectivas de pesquisa com a matemática que se veiculam na área da Educação

Matemática, em especial no campo da Didática da Matemática. Ponderamos que há muitos pontos que poderiam ser explorados e que se encontram em nossos estudos a partir de questionamentos que se voltam tanto a prática, com as condições e restrições de trabalho do professor, quanto ao papel do aluno ativo na aprendizagem: que tempo será destinado ao professor para a elaboração de “novas práticas” para a sala de aula? Como o professor se constituirá nesse processo de adaptação de sequências didáticas? Quem fornecerá subsídios às práticas desses professores? Como reconhecer a participação ativa do aluno como crucial no processo de ensino e aprendizagem da matemática? Como propor o estudo de conceitos matemáticos, seja para elaboração, execução e análises de sequências didáticas desvinculados dos fenômenos impeditivos indicados pelos professores para a sua implementação? Por fim, todas as discussões que aqui foram fomentadas provêm de nossas pesquisas de tese que se encontram em desenvolvimento.

Referências

ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. In: BRUN, Jean. (Org.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.

BITTAR, Marilena. Contribuições da Teoria das Situações Didáticas e da Engenharia Didática para Discutir o Ensino de Matemática. In: TELES, Rosinalda Aurora de Melo; Borba, Rute Elisabete de Souza Rosa; MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira (Orgs.) **Investigações em Didática da Matemática**. Vol. 2, Editora UFPE, Recife, 2017, p. 101-132

BRASIL, Ministério da Educação: Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BROUSSEAU, G. **Introduction à l'ingénierie didactique**, 2013. Disponível em: <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2013/12/Introduction-%C3%A0-ling%C3%A9nierie-didactique3.pdf> Acesso em 4 maio de 2018

BROUSSEAU, Guy. Fundamentos e Métodos da Didáctica da Matemática. In: BRUN, Jean. (Org.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 35-113.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao Estudo das Situações Didáticas: Conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

CHEVALLARD, Yves. **La notion d'ingénieriedidactique, un concept à refonder**; ClermontFerrand, 16-23 août 2009. Disponível em <http://yves.chevallard.free.fr>. Acesso em junho de 2018.

DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.).

Aprendizagem em Matemática: Registro de Representação Semiótica. 1 ed. São Paulo: PAPIRUS, 2003. p. 11- 33..

GOBERT, Sophie. Une ingénierie didactique pour le développement pratique de description de formes géométriques à l'école maternelle. **In Margolinas et all.(org.): En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – ClermontFerrand (PUY-de-Dôme).** Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage, v. 2, p. 283-304, 2009.

LABORDE, Colette. Towards theoretical foundations of mathematics education. **In. ZDM Mathematics Education**, v. 39, p 137-144, 2007.

LIMA, Renan Gustavo Araújo de. **Problemas de combinatória: um estudo de conhecimentos mobilizados por licenciandos em Matemática.** 2015. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

PERRIN-GLORIAN, Marie-Jeanne. L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. **In Margolinas et all.(org.): En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – ClermontFerrand (PUY-de-Dôme).** Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage, v. 1, p. 57-78, 2009.

PERRIN-GLORIAN, Marie-Jeanne; BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar. L'Ingenierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maitres. **In.: I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática.** Bonito, 2016.

PESSOA, Cristiane Azevedo dos Santos; BORBA, Rute Elizabete de Souza Rosa. O desenvolvimento do raciocínio combinatório na escolarização básica. **In: EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, vol. 1, n. 1, 2010.

QUEIROZ, Páblo Carcheski de. **Uma proposta para o ensino de funções articulando as linguagens algébrica e geométrica.** 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014

VERGNAUD, Gérard. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean. (Org.) **Didáctica das Matemáticas.** Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 155-191.

VERGNAUD, Gérard. O que é aprender? In: BITTAR, Marilena; MUNIZ, Cristiano. (Orgs). **A aprendizagem Matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais.** Curitiba: Editora CRV, 2009b. p.13-35.